

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

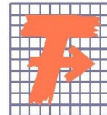
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Liberec 2009

Petra Čermáková

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

Mechanické vlastnosti textilních materiálů používaných pro  
pracovní ochranné oděvy pro hasiče a jejich změna po praní.

The mechanical properties of acous-textiles using for a protective  
workwear for firemen and their change after the washing proces.

Petra Čermáková

KHT-664

**Vedoucí bakalářské práce:** Ph.D. Ing. Pavla Vozková

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...39

Počet obrázků ..... 12

Počet tabulek ..... 3

Počet grafů..... 7

Počet stran příloh...0

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 27. května 2009

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé velké poděkování patří Ph.D. Ing. Pavle Vozkové za ochotu, pomoc a trpělivost, kterou semnou při tvorbě mé bakalářské práce měla.

## ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá mechanickými vlastnostmi pracovních oděvů pro hasiče. Nejprve uvádíme všechny požadavky kladené na tyto materiály. Poté se zabýváme parametry pracovních obleků a materiály, které se na ně používají. Na závěr se tyto materiály podrobují experimentu oděru a žmolkovitosti, který je vyhodnocen v příložených grafech.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

**žmolkovitost, oděr, hasičské uniformy, NOMEX<sup>®</sup>**

## ANNOTATION

This bachelor thesis deals mainly with the mechanical characteristics of the working clothes for firemen. At first the list of all demands for this material is specified. Next the work deals with the technical specifications of the working clothes for firemen and materials used for it. These materials are exposed to the wear and pilling tests at conclusion. The results are analysed in attached diagrams.

### **KEY WORDS:**

**pilling, wear, firemen`s uniforms, NOMEX<sup>®</sup>**

## Obsah

<b>PROHLÁŠENÍ</b>	3
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	4
<b>ANOTACE</b>	5
1. ÚVOD	8
2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ HASIČŮ	9
2.1 Systém pořizování oblečení	10
2.2 DEVA-FM s.r.o.	10
3. Mechanické vlastnosti a odolnosti	12
3.1 Druhy mechanických vlastností:	12
3.1.1 Pevnost plošných textilií v tahu	12
3.1.2 Pevnost natržení a v dalším trhání	12
3.1.3 Pevnost ve vytržení	13
3.1.4 Pevnost švů a posun nití ve švu	13
3.1.5 Tvarovatelnost (schopnost zažehlení)	13
3.2 Stálosti a odolnosti plošných textilií	13
3.2.1 Druhy stálosti a odolností:	14
3.3 Odolnost proti odření (oděr)	14
3.3.1 Rotační oděrač	15
3.3.2 Komorový vrtulkový odírač	15
3.3.3 Martindale	15
4. PARAMETRY PRACOVNÍHO OBLEČENÍ	16
4.1 Požadavky na vlastnosti oděvů a jejich konstrukci	16
4.2 Parametry pracovní kombinézy	17
4.3 Limitní kyslíkové číslo (LKČ)	18
4.4 Nebezpečí povolání	19
5. Materiály	20
5.1 Pro výběr materiálů platí jisté podmínky:	20
5.2 Vláknna na výrobu speciálních oděvů	20
5.3 Aromatické polyamidy	21
5.3.1 M-aramidy (meta-aramidy)	21
5.3.2 Paramidy (para-aramidy)	22
5.3.3 PTFE (polytetrafluorethylén)	22
5.4 GORE-TEX®	22
5.4.1 Obecné vlastnosti membrány GORE-TEX	23
5.5 THERMO-MAN®	24

6. Experimentální část .....	25
6.1. Oděr .....	25
6.1.1 Oděr před praním .....	26
6.1.2 Oděr po 30 praních .....	27
6.1.3 Rozdíl oděru před praním a po 30 praních .....	29
6.2. Žmolkovitost .....	31
6.2.1 Žmolkovitost před praním .....	33
6.2.2 Žmolkovitost po 10 praních .....	33
6.2.3 Žmolkovitost po 20 praních .....	33
6.2.4 Žmolkovitost po 30 praních .....	34
6.3 Čas experimentu .....	35
7. Závěr .....	36
8. Použitá literatura .....	37
8.1 Seznam obrázků .....	39
8.2 Seznam tabulek .....	39



## 1. ÚVOD

Tématem bakalářské práce jsou mechanické vlastnosti materiálu používaných pro hasiče. Výhody a nevýhody těchto materiálů či požadavky na ně kladené. Hasiči vzhledem k jejich povolání potřebují nadstandardní materiály, které je ochrání i v extrémních podmínkách.

Ochranné oděvy musí být vysoce odolné proti žáru, teple, otěru a průřezu. Při výběru materiálu také záleží na tzv. předurčení, kterým se od sebe liší použité materiály na pracovní oděv.

Experimentální část je vypracování projektu zadaného firmou DEVA-FM s.r.o.. Měření odolnost materiálu a sklon ke žmolkovitosti textilie na přístroji Martindale.

Důležitou částí je srovnání výsledků experimentu v závislosti na normách a teoriích. Těmito zkouškami chceme srovnat změnu hmotnosti materiálů po před i po několikanásobném praní a vizuálně zhodnotit míru žmolkovitosti.

V úvodní části blíže specifikuji, co jsou mechanické vlastnosti materiálu a požadavky, které jsou na tyto materiály kladeny. Dále jsou podrobněji popsány.

## 2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ HASIČŮ

Hasiči se běžně dělí do 2 základních skupin a to dobrovolní a hasiči z povolání. Toto rozdělení je však mnohem složitější. Hasiči se dělí do 5 skupin, které jsou rozděleny ještě na další podskupiny, do kterých jsou zařazeni podle předurčení [1].

### 5 základních skupin [1]

1. skupina jsou hasiči z povolání – spadají pod stát (doba výjezdu 2 minuty)
2. skupina jsou hasiči dobrovolní ve větších městech – spadají pod obecní úřad (doba výjezdu 5 minut)
3. menší města – spadají pod obecní úřad (doba výjezdu do 10 minut)
4. vesnice spadají po obecní úřad
5. hasiči ve firmách – spadají pod firmy

### „Předurčení“

Jedná se o členy hasičského týmu, kteří se specializují na určitou činnost. Mohou být například potápěči, chemici, horolezci.

Každý hasič musí mít zdravotní kurz, dále kurzy na obsluhu pily, vyprošťování nůžkami a „rozpínákem“, někdy i na dýchací kompresor a obsluhu vysílačky. Absolvovat tento kurz ovšem stačí pouze u skupin, které jezdí spolu, jedná se o skupinu 4 + 1 řidič (většinou strojník).

Strojník musí vlastnit řidičský průkaz C nebo E. Celá jednotka jako celek chodí na cvičení, dobrovolní hasiči podle potřeby a hasiči z povolání navštěvují cvičení až 6 x do roka [1].

### Podmínky pro výkon povolání

Hasič by měl být starší 18 let, trestně bezúhonný s dobrým zdravotním stavem. Dále je nutné splnit potřebné kurzy, které musí mít každý hasič + specifické kurzy pro technické a strojníky.

Každé 2 roky je povinen chodit na pečlivé lékařské prohlídky, pokud v nich neprojde, nemůže dále toto povolání vykonávat. Každý rok chodí na tělesné zkoušky [1].

## **2.1 Systém pořizování oblečení**

Hasič dostane první uniformu při nástupu do služby. Další části nebo celý pracovní oblek koupí podle potřeby. Uniformy je možné za určitou částku nechat opravit, což je však časově omezené, protože čím je uniforma starší, tím menší vrstva hasiče chrání.

U hasičů z povolání se vypíše výběrové řízení na firmu, od které budou mít uniformy. Momentálně je vyhledávanou firmou DEVA-FM s.r.o., tedy nejstarší firma soustřeďující se na hasičské oblečení v ČR. U dobrovolných hasičů se vybírají firmy na výrobu uniforem podle možností rozpočtu. Větší města si mohou dovolit dražší pracovní obleky, auta a vybavení než například vesnice [1].

## **2.2 DEVA-FM s.r.o.**

Firma vznikla v roce 1993 jako specializovaný výrobce ochranných oděvů. Produkce této firmy zajišťují ochranu v extrémních situacích, například před plameny, sálavým teplem, vodou, chemikáliemi, postřikem roztaveným kovem atd.

Oděvy se vyrábějí z vlákna NOMEX<sup>®</sup> firmy DuPont a z materiálu GORE-TEX<sup>®</sup> firmy W.L. GORE. Obleky z firmy DEVA-FM s.r.o. používají kromě hasičů, policie, armády také záchranáři a pracovníci v petrochemickém průmyslu a plynárenství. Všechny tyto výrobky jsou

přísně kontrolovány podle specifických norem. DEVA-FM dostala také od firmy DuPont visačku „Kvalifikovaný oblek z materiálu NOMEX®“ pro hasiče a průmyslové dělníky, kde součástí zkoušek byl také THERMO-MAN®. Touto zkouškou se testuje účinnost ochranných oděvů.

THERMO-MAN® je figurína se 122 teplotními čidly napojená na počítač. Smyslem tohoto testu je zjistit rozsah popálenin 2. a 3. stupně a jejich nejčastější výskyt na těle.

V roce 1996 získala firma certifikát ISO 9001 - systému řízení jakosti. Dalším vývojem firmy bylo v roce 2006 otevření nové výrobní haly a rozšíření výrobních kapacit [2].

### **3. MECHANICKÉ VLASTNOSTI A ODOLNOSTI**

Mechanické vlastnosti materiálů se odvíjejí od mechanického působení sil. Mechanické namáhání plošných textilií se odehrává v oblasti malých deformací [3].

#### **3.1 Druhy mechanických vlastností:**

- pevnost plošných textilií v tahu
- pevnost v natržení a v dalším trhání
- pevnost ve vytržení
- pevnost švů a posun nití ve švu
- tvarovatelnost (schopnost zažehlení) [3]

##### **3.1.1 Pevnost plošných textilií v tahu**

Podle normy by měly být vzorky vystřiženy z odstříhu plošné textilie tak, aby neměly ani jedinou společnou nit. Vzorky se zkouší ve dvou na sobě kolmých směrech. U tkanin ve směru osnovy a útku a u pletenin ve směru sloupku a řádku.

Tkaniny a pleteniny mají rozdílný tvar křivek pevnosti a tažnosti. Tkanina bývá pevnější, má strmější křivku a menší tažnost, kdežto pletenina má nižší pevnost, větší tažnost a křivku má pozvolněji stoupající [3].

##### **3.1.2 Pevnost natržení a v dalším trhání**

Vzorky mohou být podle normy vystřiženy libovolně. Tato zkouška se provádí pro zjištění, chceme-li zjistit, jak se chová textilie po nastřížení a následném zašití. Nastříženou textilií upneme volnými konci do čelistí [3].

### **3.1.3 Pevnost ve vytržení**

Odolnost textilie vůči vytržení nějakého konstrukčního prvku (knoflíku). Vždy je bráno v úvahu připevnění k textilií, aby došlo k odtržení spoje nikoli textilie. Tyto zkoušky jsou simulační a zjistíme z nich absolutní hodnotu pevnosti ve vytržení [3].

### **3.1.4 Pevnost švů a posun nití ve švu**

Šev může být namáhán různými způsoby[3]

- Ve směru podélném (směr šití švu)
- Ve směru příčném (směr kolmý na směr šití švu)
- Ve směru obecném

### **3.1.5 Tvarovatelnost (schopnost zažehlení)**

Zažehlení je trvalá deformace, která přizpůsobí hotový výrobek lidskému tělu. Zkouška spočívá ve vytahování textilie, a nebo v jejím srážení [3].

## **3.2 Stálosti a odolnosti plošných textilií**

Tyto vlastnosti popisují chování plošných textilií při výrobě a používání. Jsou odezvou na fyzikální a chemické namáhání. Textilie jsou během svého zpracování a používání vystavovány různému fyzikálnímu a chemickému namáhání. To může způsobit znehodnocování nebo destrukci materiálů a jejich vlastností [3].

### **3.2.1 Druhy stálostí a odolností:**

#### 1. stálost tvaru

- srážlivost po praní
- tuhost v ohybu
- splývavost související s tuhostí v ohybu
- mačkavost

#### 2. stálost vybarvení

- stálost vybarvení v praní a chemickém čištění
- stálost vybarvení v potu
- stálost vybarvení v UV záření
- stálost vybarvení v otěru (otěr)

#### 3. odolnost

- odolnost proti odření (oděr)
- odolnost proti vytržení nití (zátrhovost)
- odolnost proti tvorbě žmolků (žmolkovitost)

### **3.3 Odolnost proti odření (oděr)**

Je porušení povrchu materiálu o normovaný materiál, brusným papírem nebo o tentýž materiál [3].

#### Vyhodnocení oděru:

- porušení vzorku (prodření prvního vazného bodu)
- odírání do konstantního počtu otáček (úbytek hmotnosti vzorku)

#### Porušení vzorku:

- u tkanin - přerušení dvou samostatných nití
- u pletenin – přerušení jedné nitě (tvorba díry)
- u vlasových textilií – odření vlasu
- u netkaných textilií – vytvoření díry o průměru min 0,5 mm

### 3.3.1 Rotační oděrač

Zkouška odolnosti se provádí odíráním měřeného materiálu o odírající materiál. Čelisti, ve kterých jsou materiály zachyceny, jsou k sobě přitlačovány předepsanou silou. Spodní čelist s odírajícím materiálem je nehybná a měřený materiál se o ni odírá rotačním pohybem.

Odírání tímto způsobem může být na ploše nebo v přehybu. U zkušebního vzorku se zjistí počet otáček, při kterém došlo k poškození nebo změně odstínu [3].

### 3.3.2 Komorový vrtulkový odírač

Vzorek se zafixovanými kraji se vloží do komory, která má vnitřní plochu tvořenou brusným papírem nebo brusným kamenem normované zrnitosti. Vzorek je unášen vrtulkou stanovenou rychlostí a odírán v náhodném směru a místě o odírací plochu. Tato zkouška se vyhodnocuje podle úbytku hmotnosti vzorku. Metoda se dá provozovat i za mokra [3].

### 3.3.3 Martindale

Zkoumaný vzorek se odírá o normovou vlnářskou tkaninu. Normovaná tkanina je pevná a zkoumaná textilie se o ní odírá v náhodných směrech. U tohoto způsobu se vyhodnocuje oděr změnou hmotnosti [3].



Obrázek 1 - Martindale



## **4. PARAMETRY PRACOVNÍHO OBLEČENÍ**

Práce v horkém prostředí zvyšuje tělesnou teplotu. Tento nárůst teploty způsobuje periferní rozšíření cév a kůže. Teplo a práce vynaložená na hašení požárů zvýší činnost srdce. S tím souvisí rostoucí požadavky na cirkulaci krve, aby byli kyslíkem zásobeny svaly. Pokud se pot nevypařuje, vnitřní teplota může stoupnout až ke 40 °C, což zapříčiní neprodyšný ochranný oděv nebo vysoká vlhkost prostředí.

Vnější sálavým teplem může dojít i k popálení kůže, protože čím větší teplo, tím kratší doba ke vzniku popálenin nebo puchýřů. Popáleniny u hasičů způsobuje velké množství vypařené vlhkosti, která kondenzuje na povrchu kůže [4].

### **4.1 Požadavky na vlastnosti oděvů a jejich konstrukci**

- musí chránit tělo před teplem a ohněm
- odolnost proti mechanickému roztržení, zátrhu a oděru
- zesílení na loktech a kolenech
- pevnost švů a materiálu
- viditelnost ve tmě
- prodyšnost a komfort při dlouhodobějším nošení
- nesrážlivost při praní ani v teple
- odolnost proti proniknutí tepla
- udržování původních rozměrů po praní...[4]

## 4.2 Parametry pracovní kombinézy

Celé pracovní oblečení váží asi 2,9 kg. Kombinéza se skládá z vnější vrstvy vlhkostní vložky a tepelné bariéry. Vnější vrstva chrání prvotní styk s teplem, chemikáliemi či vodou. Má tepelně izolační vlastnosti a je relativně lehký - (NOMEX®).

Vlhkostní vložka(membrány) chrání proti proniknutí vody, vodních par do tepelné složky. Únik vodní páry od pokožky těla se děje přes mikroskopické póry membrány za tuto bariéru (GORE-TEX®). Tepelná vložka zajišťuje tepelně izolační vlastnost (NOMEX® [5].



**Obrázek 2** - Pracovní oblek Fireman III (Deva-FM s.r.o.)

### 4.3 Limitní kyslíkové číslo (LKČ)

Údaje o hořlavosti materiálů a účinnosti nehořlavých úprav. Vyjadřuje nejnižší koncentraci kyslíku ve směsi s dusíkem (v %), která ještě stačí na to, aby materiál při podmínkách zkoušky hořel [6].

$$(1) \text{LKČ} = \frac{[\text{O}_2]}{[\text{N}_2] + [\text{O}_2]} \cdot 100 \quad [\%] \quad (\text{I})$$

Nízká hodnota LKČ znamená, že materiál hoří i při malém podílu kyslíku ve směsi [6].

tabulka 1 - Rozdíl vlákna bavlny a NOMEX®

Vlákno	Teplota tání [oC]	Teplota vzplanutí [oC]	Spalovací teplo [kJ.g-1]	LKČ [%]
Bavlna	-	350-400	16,33	18,4
Nomex	380	600	-	28

## 4.4 Nebezpečí povolání

Hasiči ve svém povolání musí být chráněni před různorodým nebezpečím např.: [4]

- přímým kontaktem s plamenem
- působením extrémně vysokých teplot
- působením intenzivního sálavého tepla
- působením nebezpečných chemických látek
- zasažením elektrickým proudem
- působením UV světla nebo ozónu a další

Nejčastější nebezpečí přenosu tepla při hašení je sálání. Vztah mezi rostoucí hustotou tepelného toku sáláním ( $\text{W}/\text{cm}^2$ ) a souvisejícím nárůstem teploty okolního vzduchu [4].

## 5. MATERIÁLY

Materiály jsou velmi důležité, protože při hašení požáru dojde během 15 minut k přehřátí, a proto musí být materiály prodyšné, ale na druhou stranu musí odolat žáru kolem 400 °C [4].

### 5.1 Pro výběr materiálů platí jisté podmínky:

- nesmí přispívat nebezpečí
- působením přímého plamene nebo kapek tekutého kovu se nesmí zapálit a dále hořet
- působením plamene se nesmí tavit a vytvářet otvory
- nesmí se srážet působením tepla
- na nositele mají působit příjemným dotykem
- musí vydržet opakované čištění a praní
- musí zabraňovat penetraci vody nebo jiných kapalin
- musí mít antistatické vlastnosti atd.

Oděvy pro hasiče musí být lehké a komfortní, aby nebránili pohybu, ale zároveň je nutné, aby poskytovaly dostatečnou ochranu před plamenem a sálavým teplem. [4]

### 5.2 Vlákná na výrobu speciálních oděvů

Pro výrobu oděvu se používají odolná vlákna na bázi: [4]

- m-aramidů (meta-aramidů) například NOMEX® (DuPont)
- p-aramidů (para-aramidová vlákna) například Kevlar® (DuPont)
- PTFE (polytetrafluorethylény)
- PPS (polyfenylensulfid)
- Melaminu - BASOFIL
- PBO (polyfenylbenzobisoxanil)
- PBI (polybenzimidazol)

- PI (polyimid)
- C-P (uhlíkový prekurzor)
- C-PAN
- HDPE

## **5.3 Aromatické polyamidy**

### **5.3.1 M-aramidy (meta-aramidy)**

Jedná se o speciální vlákno skupiny meta-aromatických polyamidů. Jako první zástupce těchto polyamidů byl materiál NOMEX<sup>®</sup> od firmy Dupont. Tato vlákna patří do třídy vysoce užitných speciálních vláken, především pro svojí termickou odolnost a elektrické izolační schopnosti.

Toto vlákno je odolné proti vysokým teplotám až 400 °C, při kterých začíná karbonizovat. Díky molekulární struktuře chrání před účinky žáru, vlastnosti jsou permanentní a nemění se ani po opakovaném praní.

Materiál NOMEX<sup>®</sup> až na některé výjimky obsahuje antistatické vlákno P 140 (karbonové vlákno) s uhlíkovým jádrem nebo kovové vlákna Stahl . Jádro P 140 zajišťuje bezpečnost v provozu a pomáhá odstranit i nepříjemné jiskření oděvů ( jsou často spojovány s umělými vlákny).

Vlákna NOMEX<sup>®</sup> jsou dobré na údržbu a odolná proti oděru, čímž se prodlužuje jejich životnost [7].

### 5.3.2 Paramidy (para-aramidy)

Vlákno značky DuPont - Kevlar® je velmi pevné, tepelně odolné s nízkou hmotností. Tato lehká a měkká tkanina se používá ve velmi extrémních podmínkách právě díky její skvělé pevnosti (5x pevnější než ocel při stejné hmotnosti).

Nejprve se využíval jako náhrada za ocel pro výstuhy pneumatik, později se tento materiál začal využívat v oděvnictví jako například ochranný oblek proti nášlapným minám, jako sportovní oblečení nebo boty a rukavice, které velmi dobře odolávají průřezům (až 5x víc než bavlněné rukavice).

Nevýhodou těchto materiálů je nižší chemická odolnost a oděruvzdornost nebo snadné nabíjení statickou elektřinou [8].

### 5.3.3 PTFE (polytetrafluorethylén)

Patří k vláknům odolávajícím chemikáliím, vynikajícím nehořlavostí, špatnou tavitelností s nízkým koeficientem tření. Velkou nevýhodou těchto vláken je deformace za vyšších teplot (teplota tání je 327°C). Ke zlepšení tohoto nedostatku se používají p-aramidy, se kterými se PTFE směsuje.

Z těchto typů vláken se vyrábějí porézní membrány, které v ochranném oděvu slouží jako ochrana proti požáru nebo k ochraně textilií před skvrnami. Tento typ vláken je vyráběn firmou DuPont pod obchodním názvem Teflon [9].

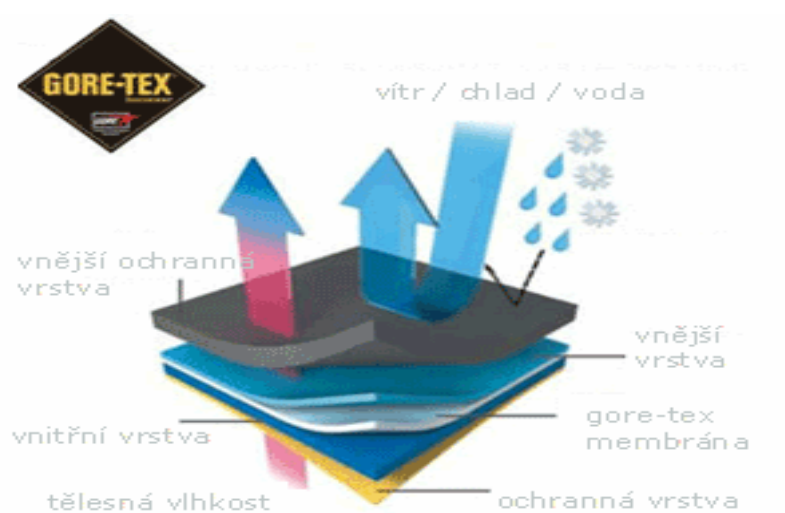
## 5.4 GORE-TEX®

Materiály GORE-TEX® vznikají slaminováním membrány GORE-TEX® s vysoce odolnými textiliemi. Jejich 100% nepromokavost je zajištěna speciální technologií podlepení švů GORE-SEAM® a MICRO GORE-SEAM®. Tímto podlepením švů se docílí zakrytím dírek po jehlách, které způsobil šicí stroj při výrobě oděvů nebo bot.

Membrána GORE-TEX® má mikroporézní strukturu, ta má přibližně 1,4 miliardy pórů na  $\text{cm}^2$ . Tyto póry jsou asi 20 000 krát menší než kapka vody, proto vlhkost vnějšího prostředí nemůže proniknout membránou, naopak jsou tyto póry 700 krát větší než molekula vodní páry, a proto je prodyšná. Do struktury membrány je začleněná také olejořodná látka, která brání průniku například olejů a přípravků na hmyz [10].

#### 5.4.1 Obecné vlastnosti membrány GORE-TEX

- nepromokavost
- vysoká prodyšnost
- odolnost vůči mrazu
- odolnost při pohybu
- dlouhá životnost [11]



**Obrázek 3** - Membrána GORE-TEX®



## 5.5 THERMO-MAN®

DuPont™ THERMO-MAN® - figurína v životní velikosti. Na jeho povrchu je 122 teplotních čidel. Tato figurína je oblečena do zkušebních oděvů a vystavena šleháním ohně o teplotách blížících se až 1000 °C. Čidla zaznamenávají nárůst teploty na povrchu figuríny a počítač vypočítává předpokládaný rozsah popálenin druhého a třetího stupně, které by mohla osoba utrpět za podobných podmínek.

Zkoušky zjistily, že člověk, který je oblečen do oděvu ze stoprocentní bavlny nebo směsi polyesteru a bavlny, by mohl utrpět popáleniny téměř na 100% těla, naproti tomu pracovník, který je chráněn oděvem NOMEX®, by patrně utrpěl popáleniny přibližně na 40% těla, což podstatně zvyšuje jeho šance na přežití [12].



**Obrázek 4 - THERMO-MAN®**



**Obrázek 5- THERMO-MAN®**

## 6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 6.1. Oděr

Oděr bude proveden na přístroji NU-Martindale 864. Po každých 5000 otáčkách byl pozorován úbytek hmotnosti odírané tkaniny. Tato činnost byla vykonávána až do 40 000 otáček nebo do mechanického poškození tkaniny. Zkušební interval tkaniny je tedy C.

Standardní odírací tkanina z česané příze 100% vlna o plošné hmotnosti min. 180 g.m<sup>-2</sup>. Výrobce firma Straud, Riley a CO LTD, Bratford I: Podle normy 800846 ČSN EN ISO 12947-2.

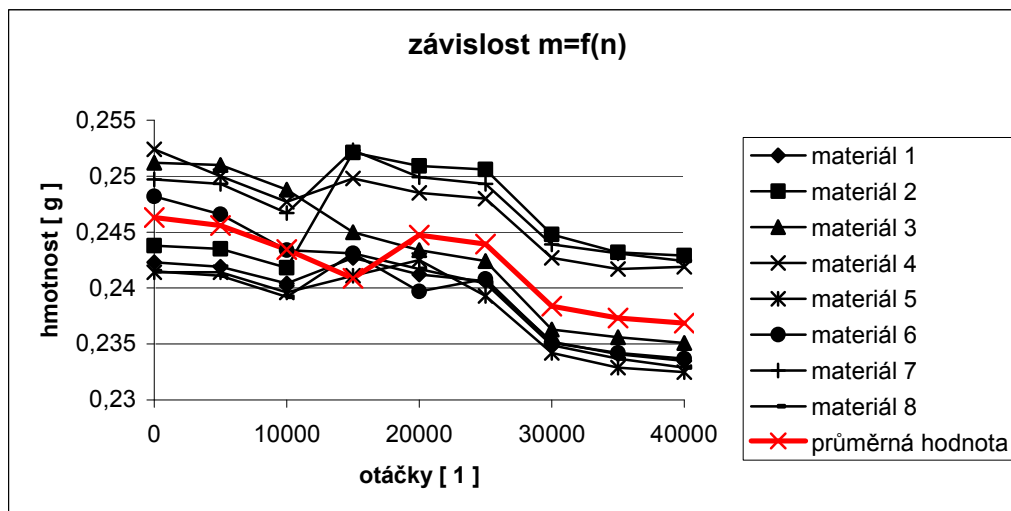
Tento experiment bude proveden před praním a po 30 praních. Při praní jsme dodrželi předepsaný prací postup od výrobce. Bude zjištěno, jak se liší hmotnostní úbytky u nepraného a praného materiálu.

Podle normy 800846 ČSN EN ISO 12947-2 jsme určili rozměry tkaniny, oděracího materiálu, zařadili jsme materiál do zkušebních intervalů a zhodnotili výsledek zkoušky [13].

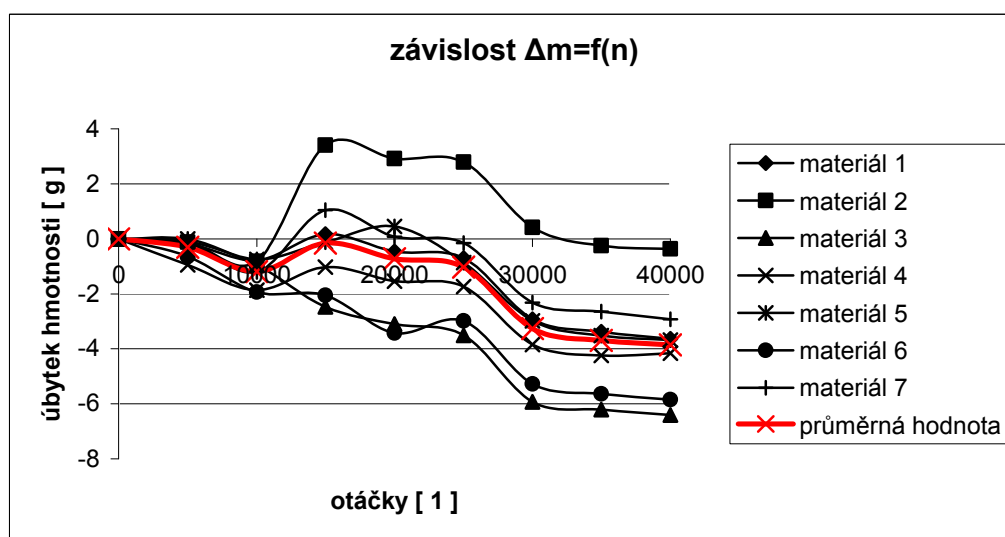


**Obrázek 6** – Tkanina před  
praním a experimentem

### 6.1.1 Oděr před praním

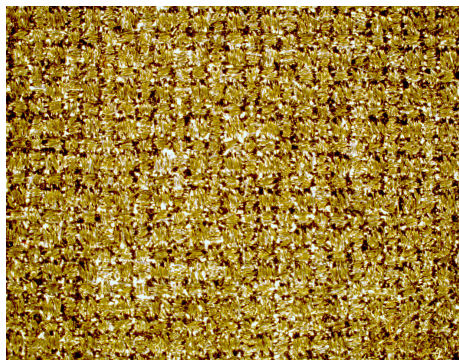


Obrázek 7 – Oděr před praním



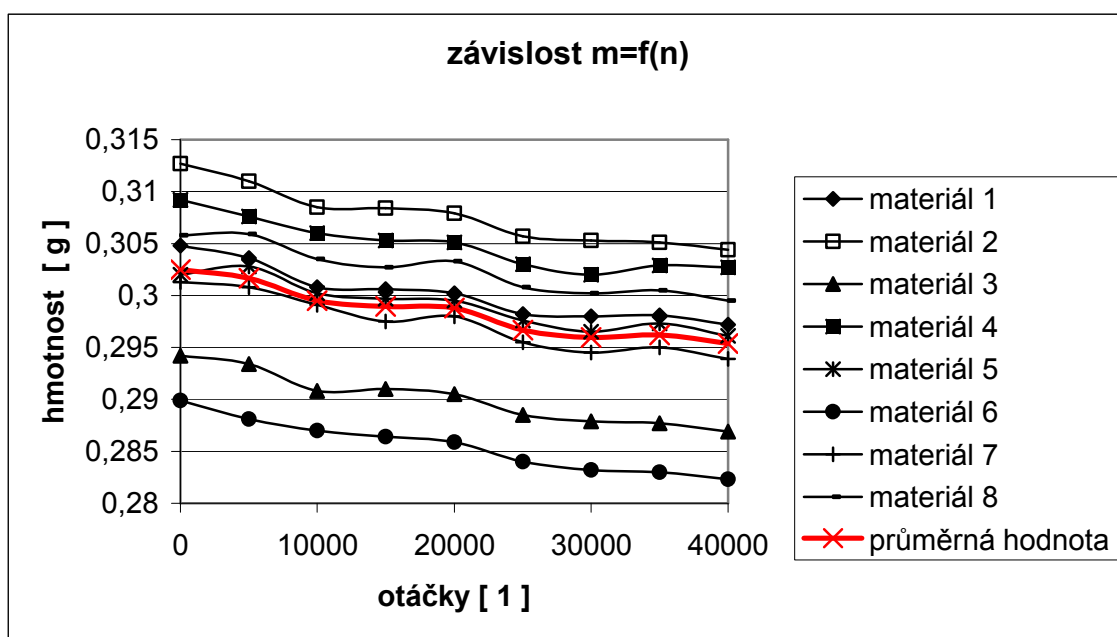
Obrázek 8 – Úbytek hmotnosti

Výsledky zkoušky dokazují, že úbytek hmotnosti je výrazný. Je zde patrný rozdílný průběh křivek. Vzrůst některých hodnot je pravděpodobně způsoben i tím, že se vlákna z normované odírací tkaniny přenesla na testovanou tkaninu a tím vzrostla hmotnost vzorku.

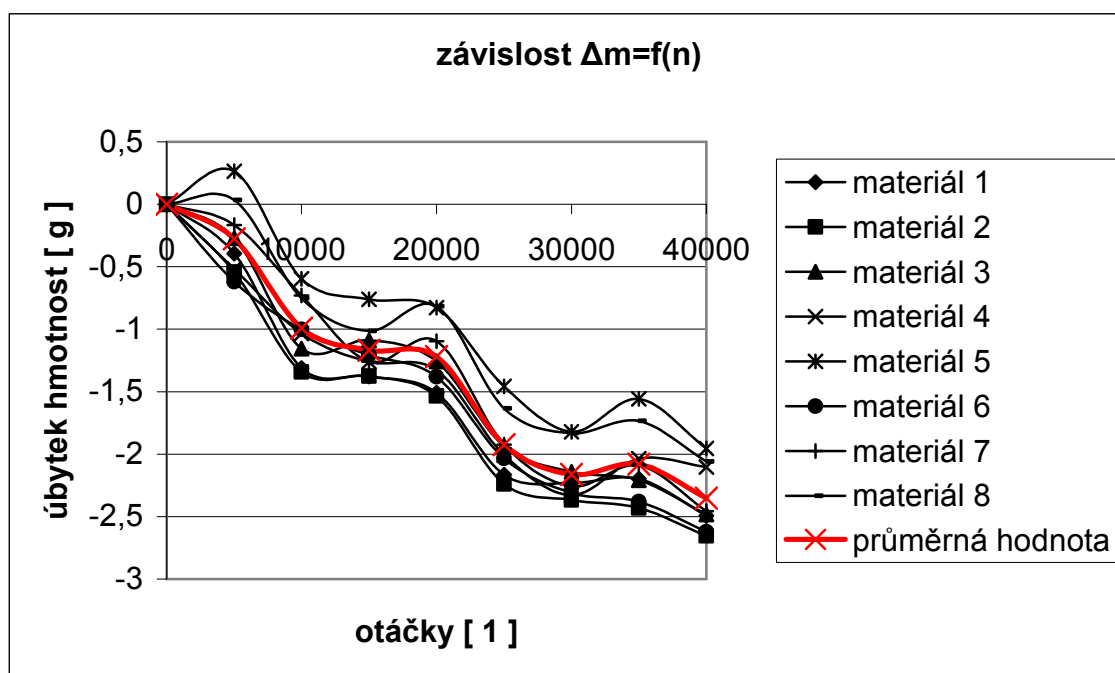


Obrázek 9 – Oděr před praním

### 6.1.2 Oděr po 30 praních



Obrázek 10 – Oděr po 30 praních



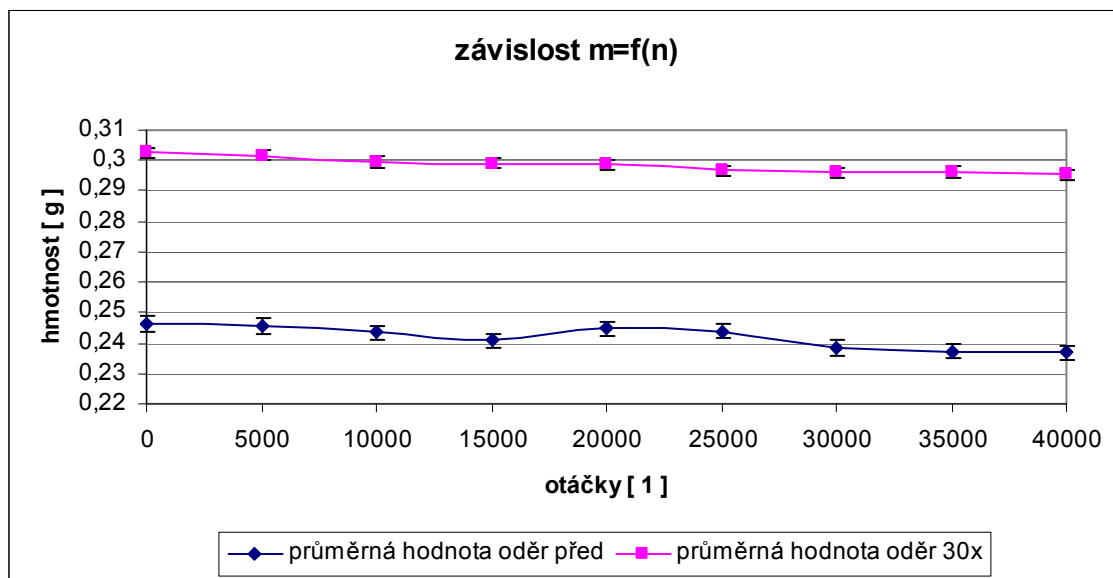
**Obrázek 11 - Úbytek hmotnosti**

Výsledky ukazují, že úbytky hmotnosti byly velmi pozvolné a vyrovnané. Objevují se zde 2 oblasti zpomalením úbytku.

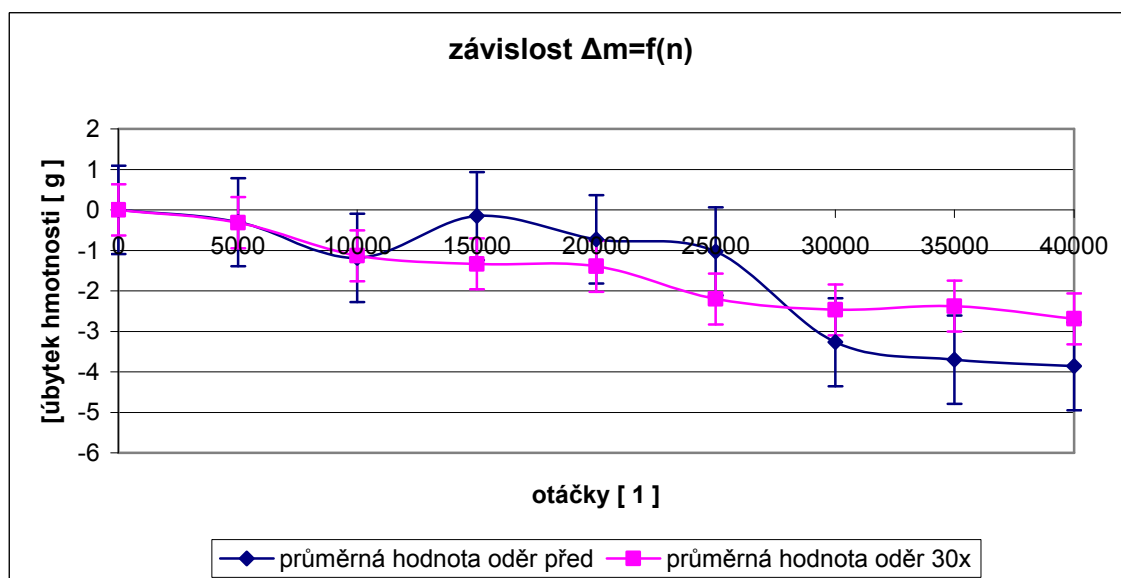


**Obrázek 12 - Oděr po 30 praních**

### 6.1.3 Rozdíl oděru před praním a po 30 praních



**Obrázek 13** - Srovnání průměrů oděru před praním a po praní



**Obrázek 14** - Srovnání úbytku materiálu v procentech

Oděr je viditelně horší u vzorku před praním. Proto můžeme říci že praním jsme oděr nezhoršil. Úbytek hmotnosti pro oděr po 30 praních je mnohem pomalejší a výsledný úbytek je nižší než materiál před praním.

Velká odchylka mezi průměrnou hodnotou oděru před praním a oděru po 30 praních může být z velké části způsobena přípravou vzorků viz. obrázek 13. Vzorky nebyli připraveny normovanou řezačkou, ale ručně.

Nicméně konfidenční intervaly se překrývají takže rozdíl je statisticky nevýznamný.

## 6.2. Žmolkovitost

Norma žmolkování: technické normy, které určují počet odírání v daném stupni. ŽMOLKOVÁNÍ ISO 12945-2:200 vyžaduje určité stupně tetované tkaniny. Pro toto měření byl stanoven stupeň 6, tedy 7000 otáček, ty se vždy po 1000 otáčkách vizuálně zhodnotí pomocí hodnotících etalonu W3 SN 198525 EMPA Standart.

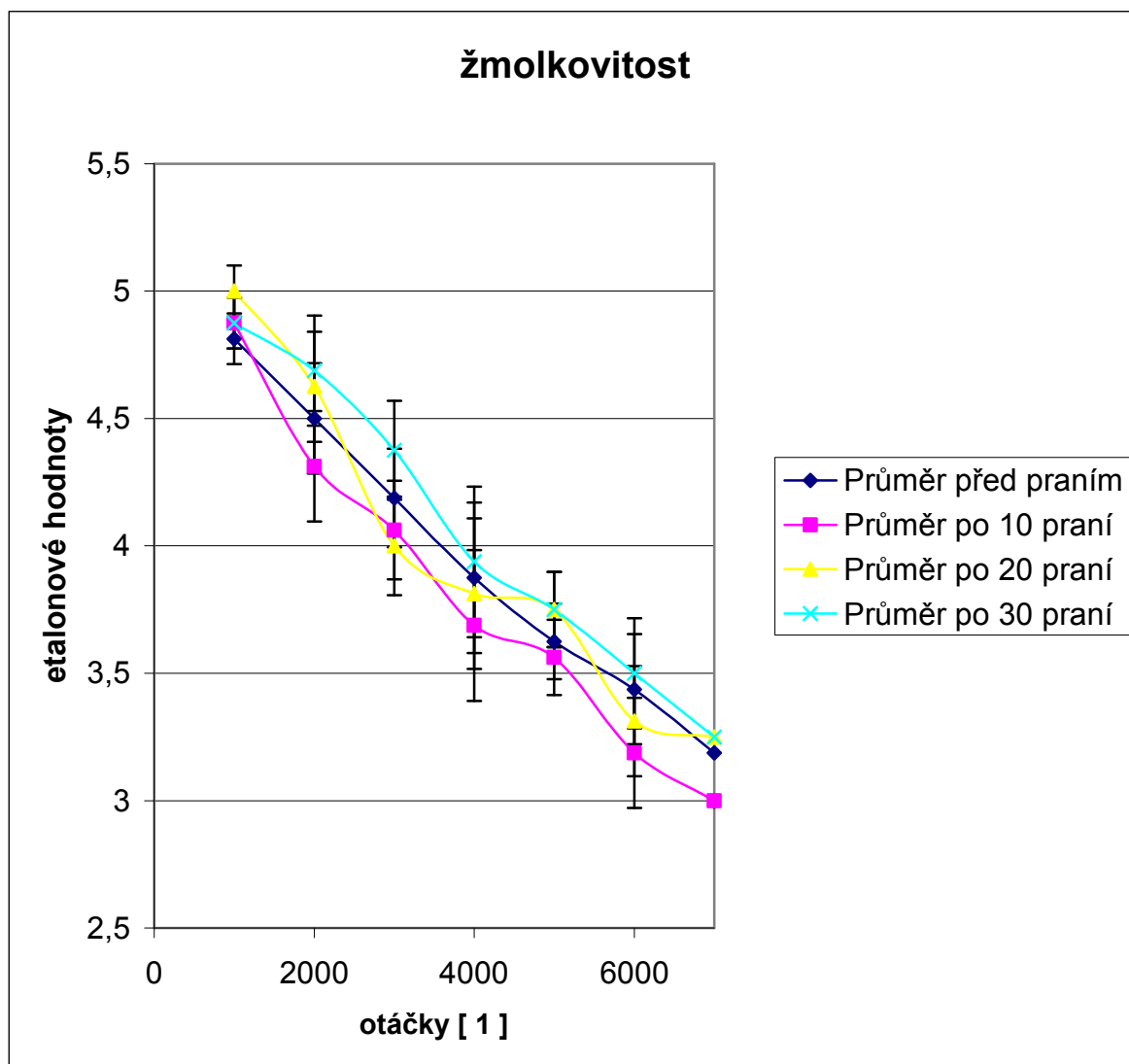
Podle vzhledu bude přiřazen etalon, nápomocná může být i tabulka vizuálního ohodnocení, kde jsou tyto etalony jednotlivě popsány.

Tato zkouška se provádí na přístroji NU-Martindale 864. Odírá se stejný materiál o sebe. Touto zkouškou bude zhodnocena úroveň žmolkování a rozvláknění materiálu [13]

tabulka 2 - Vizuální hodnocení

Stupeň	Popis
5.	Beze změn
4.	Lehké rozvláknění povrchu a/nebo počátek tvorby žmolku
3.	Mírné rozvláknění povrchu a/nebo mírné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají částečně povrch vzorků
2.	Výrazné rozvláknění povrchu a/nebo výrazné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají značnou část povrchu vzorku
1.	Husté rozvláknění povrchu a/nebo velké žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají celý povrch





**Obrázek 15** – Porovnání průměrných žmolkovitostí

Z grafu je zřejmé, že všechny 4 vzorky nepřesahují limit  $3 \geq \text{ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837)}$ . Žmolkovitost byla na etalonu W3 vždy zařazena nejhůře do skupiny 3 - tedy odpovídá normě.

Z grafu také vyplývá, že nejlépe vizuálně ohodnoceny jsou ty vzorky, které byly více prány, dále před praním a na hranici povolené normy je tkanina po 10 praních. Praním se odstraní uvolněná vlákna, která pravděpodobně zhoršovala žmolkovitost.

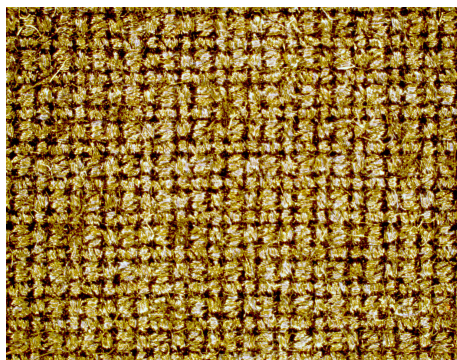
Žmolkovitost pro všechny případy klesá a konfidenční interval potvrdil, že rozdíl je statisticky nevýznamný. Proto se dá říci, že žmolkovitost se praním nezhoršila.

### **6.2.1 Žmolkovitost před praním**



**Obrázek 16 – Žmolkovitost před praním**

### **6.2.2 Žmolkovitost po 10 praních**



**Obrázek 17 – Žmolkovitost po 10 praních**

### **6.2.3 Žmolkovitost po 20 praních**



**Obrázek 18 – Žmolkovitost po 20 praních**

#### **6.2.4 Žmolkovitost po 30 praních**



**Obrázek 19–** Žmolkovitost po 30 praních

## 6.3 Čas experimentu

tabulka 3 – Časová náročnost

Stálost	Praní	Doba měření
Oděr	Před praním	13 hodin 20 min.
	Po 30 praních	13 hodin 20 min.
Žmolkovitost	Před praním	2 hodiny 40 min.
	Po 10 praních	2 hodiny 40 min.
	Po 20 praních	2 hodiny 40 min.
	Po 30 praních	2 hodiny 40 min.
Celkem doba měření		37 hodin 20 min.

Poznámka: Doba měření v tabulce je včetně přípravy a hodnocení popřípadě vážení, které trvá cca 20 minut za celé měření u každého experimentu.

## 7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je zaměřená na pracovní oděvy pro hasiče a požadavky na ně kladné. Část této práce tvoří rešerše mechanické vlastnosti, které se významně podílejí na vlastnostech materiálů.

Hlavní část mé bakalářské práce byla zaměřená na experiment a výsledky, které z tohoto experimentu vyšly. Tento experiment byl řešen v rámci projektu pro firmu Deva-FM s.r.o. výrobce pracovních oděvů pro hasiče. Oděr i žmolkovitost byli měřeny na přístroji Martindele normou 800846 ČSN EN ISO 12947-2 ISO pro oděr 12945-2:200 pro žmolkovitost.

Průběhy oděru klesali. Oděr před praním měl větší rozptyl konečných úbytků hmotnosti při 40 000 otáčkách. Porovnáním pod mikroskopem je zřejmé, že některé vzorky patrně uchycení normované tkaniny do zkoušeného vzorku. Po 30 praních mělo pozvolnější průměr a mezní úbytky při 40 000 otáčkách.

S rostoucími otáčkami žmolkovitost roste u všech případů. Nicméně všechny vzorky se drží v rozmezí platných norem. Materiál tedy odpovídá normě a nevykazuje zvýšenou žmolkovitost.

## 8. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Medial, Fireman. *SDH Darkovice* [online]. c2005-2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://sdh-darkovice.cz/index.php?p=46>>.
- [2] All design graphics, s.r.o.. *Deva : your smart solution* [online]. 2007 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.deva-fm.cz/cz/index.htm>>.
- [3] Ing. Kovačič, Vladimír: *Textilní zkušebnictví – díl 1.1.* vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci , 2003. 79 s. ISBN 80-7083-823-X
- [4] Dvořák, O.; Štefková, E.: *Ochranné oděvy pro hasiče: vlastnosti, zkoušení, praktické používání a certifikace*. Příloha časopisu 150-Hoří, Praha, květen 2002.
- [5] TeamPrevent-PREPO, s.r.o. *INTERNETOVÝ OBCHOD NEJEN PRO HASIČE* [online]. c2007 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <[http://www.obchod-hasici.cz/Fireman-Tiger-detail-3\\_0\\_0.html](http://www.obchod-hasici.cz/Fireman-Tiger-detail-3_0_0.html)>.
- [6] Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M.: *Technologie zušlechťování*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. 117 s. ISBN 80-7083-560-5
- [7] ŽďÁREK, Roman . *PRČlánky.cz* [online]. c2008 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.prclanky.cz/>>.
- [8] Dunlop na World Wide Web. *Dunlop Sport Maxx TT s technologií Kevlar®* [online]. c2008 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <[http://www.dunlop-tires.com/dunlop\\_czcs/news/news\\_article.jsp?id=36413](http://www.dunlop-tires.com/dunlop_czcs/news/news_article.jsp?id=36413)>.
- [9] ŠLEHOFER, Lukáš. DuPont: již 100 let výzkumu plastů [online]. 2003 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.czechdesign.cz/index.php?lang=1&status=c&clanek=84>>.
- [10] W. L. Gore & Associates GmbH. GORE-TEX. *Gore-tex* [online]. 2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.gore-tex.cz/>>.

[11] Prabos plus a.s.. *Technologie GORETEX* [online]. 2009 [cit. 2009-05-07].

Dostupný z WWW: <<http://www.prabos.cz/index.php?bota-cz>>.

[12] DuPont. *DuPont v České Republice* [online]. c2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z

WWW:<[http://www2.dupont.com/Czech\\_Republic\\_Country\\_Site/cs\\_CZ/Products\\_and\\_Services/Products/nomex.html](http://www2.dupont.com/Czech_Republic_Country_Site/cs_CZ/Products_and_Services/Products/nomex.html)>.

[13] ČSN EN ISO 12945-2 (800837) Textilie - Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění povrchu a ke žmolkování - Část 2: Modifikovaná metoda Martindale.

Vydána: 04.2001, Účinnost:2001-05-01

[14] ČSN EN ISO 6330 (800821)Textilie - Postupy domácího praní a sušení pro

zkoušení textilií. Vydána: 08.2001. Účinnost: 2001-09-01

## 8.1 Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> - Martindale .....	15
<b>Obrázek 2</b> - Pracovní oblek Fireman III (Deva-FM s.r.o.) .....	17
<b>Obrázek 3</b> - Membrána GORE-TEX® .....	23
<b>Obrázek 4</b> - THERMO-MAN® .....	24
<b>Obrázek 5</b> - THERMO-MAN® .....	24
<b>Obrázek 6</b> – Tkanina před .....	25
<b>Obrázek 7</b> – Oděr před praním .....	26
<b>Obrázek 8</b> – Úbytek hmotnosti .....	26
<b>Obrázek 9</b> – Oděr před praním .....	27
<b>Obrázek 10</b> – Oděr po 30 praních .....	27
<b>Obrázek 11</b> - Úbytek hmotnosti .....	28
<b>Obrázek 12</b> - Oděr po 30 praních .....	28
<b>Obrázek 13</b> - Srovnání průměrů oděru před praním a po praní.....	29
<b>Obrázek 14</b> - Srovnání úbytku materiálu v procentech .....	29
<b>Obrázek 15</b> – Porovnání průměrných žmolkovitostí .....	32
<b>Obrázek 16</b> – Žmolkovitost před praním .....	33
<b>Obrázek 17</b> – Žmolkovitost po 10 praních .....	33
<b>Obrázek 18</b> – Žmolkovitost po 20 praních .....	33
<b>Obrázek 19</b> – Žmolkovitost po 30 praních .....	34

## 8.2 Seznam tabulek

tabulka 1 - Rozdíl vlákna bavlny a NOMEX® .....	18
tabulka 2 - Vizuální hodnocení .....	31
tabulka 3 – Časová náročnost .....	35